

CLIPPEDIMAGE= JP409033334A

PAT-NO: JP409033334A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09033334 A

TITLE: IMPEDANCE CHARACTERISTIC MEASURING METHOD FOR  
PIEZOELECTRIC COMPONENT

PUBN-DATE: February 7, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TANAKA, YASUHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MURATA MFG CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07182714

APPL-DATE: July 19, 1995

INT-CL (IPC): G01H015/00;G01R027/02 ;G01R029/22 ;H03H003/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure the impedance of a piezoelectric component without waste and with superior precision and quickness by sampling frequencies at a smaller frequency pitch as approaching the frequency of a phase of zero degree.

SOLUTION: A frequency region containing a frequency in which the phase of a piezoelectric component becomes zero degree is sampled at a frequency pitch  $\Delta f$ , and sampling frequencies  $f_1$ ,  $f_2$ , which are the frequencies before and after first passing a phase of zero degree, and their phases  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  are measured, and sampling frequencies  $f_3$ ,  $f_4$ , which are the

frequencies before and after once more passing the phase of zero degree, and their phases  $\phi_3$ ,  $\phi_4$  are measured. By an interpolation method, a temporary resonance frequency  $f_{r1}$  and an temporary anti-resonance frequency  $f_{a1}$  are led out, and when phases  $\phi_5$ ,  $\phi_6$  measured at the frequencies  $f_{r1}$ ,  $f_{a1}$  stay within a predetermined phase cross, the frequencies  $f_{r1}$ ,  $f_{a1}$  are determined as the resonance frequency (measured value) and the anti-resonance frequency (measured values), and also the impedance is measured at the frequencies  $f_{r1}$ ,  $f_{a1}$  so as to obtain a resonance impedance  $Z_r$  and an anti-resonance impedance  $Z_a$  respectively.

COPYRIGHT: (C) 1997, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-33334

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 01 H 15/00			G 01 H 15/00	
G 01 R 27/02			G 01 R 27/02	A
29/22			29/22	A
H 03 H 3/02			H 03 H 3/02	B

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全4頁)

(21)出願番号 特願平7-182714	(71)出願人 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡市天神二丁目26番10号
(22)出願日 平成7年(1995)7月19日	(72)発明者 田中 康▲廣▼ 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内

(54)【発明の名称】 圧電部品のインピーダンス特性測定方法

(57)【要約】

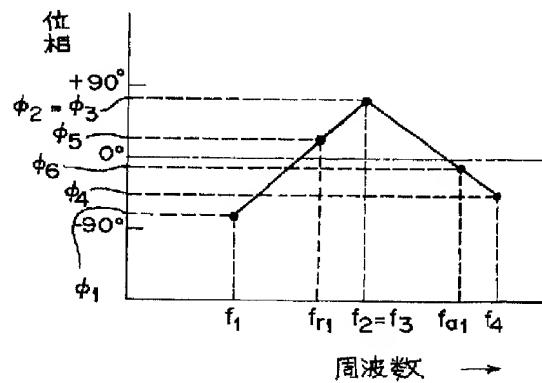
【課題】 圧電部品のインピーダンス特性測定の効率化を図ると共に、測定精度をアップさせる。

【解決手段】 圧電セラミック振動子の位相特性を周波数ビッチ $\Delta f_s$ でサンプリングする。そして、位相 $0^\circ$ を通過する前後のサンプリング周波数 $f_1 \sim f_4$ とその位相 $\phi_1 \sim \phi_4$ を測定する。次に、補間法という関数近似の方法を利用して以下の関係式から仮の共振周波数 $f_{r1}$ と仮の反共振周波数 $f_{a1}$ をそれぞれ導出する。

$$f_{r1} = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_2 - \phi_1)$$

$$f_{a1} = f_3 + (\Delta f_s \cdot \phi_3) / (\phi_4 - \phi_3)$$

次に、周波数 $f_{r1}$ 、 $f_{a1}$ での位相 $\phi_5$ 、 $\phi_6$ を測定し、これらの位相が所定の位相公差内であれば、この周波数 $f_{r1}$ 、 $f_{a1}$ でのインピーダンスを測定してそれぞれ共振インピーダンスと反共振インピーダンスを求める。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の周波数ピッチ $\Delta f_s$ で圧電部品の位相が $0^\circ$ になる周波数を含む周波数領域をサンプリングし、位相 $0^\circ$ を通過する前のサンプリング周波数 $f_1$ 及びその位相 $\phi_1$ と、位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_2$ およびその位相 $\phi_2$ を測定する工程と、関係式

$$f_3 = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_1 - \phi_2)$$

を用いて周波数 $f_3$ を導出する工程と、

前記周波数 $f_3$ で圧電部品のインピーダンスを測定する工程と、  
を備えたことを特徴とする圧電部品のインピーダンス特性測定方法。

【請求項2】 圧電部品の共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ の差 $\Delta f$ より若干小さい周波数ピッチ $\Delta f_s$ で、圧電部品の位相が $0^\circ$ になる周波数を含む周波数領域を低周波側から順次サンプリングし、最初に位相 $0^\circ$ を通過する前のサンプリング周波数 $f_1$ 及びその位相 $\phi_1$ と、最初に位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_2$ 及びその位相 $\phi_2$ と、再び位相 $0^\circ$ を通過する前のサンプリング周波数 $f_3$ 及びその位相 $\phi_3$ と、再び位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_4$ 及びその位相 $\phi_4$ を測定する工程と、

仮の共振周波数 $f_{r1}$ と仮の反共振周波数 $f_{a1}$ を、それぞれ関係式

$$f_{r1} = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_2 - \phi_1)$$

$$f_{a1} = f_3 + (\Delta f_s \cdot \phi_3) / (\phi_4 - \phi_1)$$

を用いて導出する工程と、

前記仮の共振周波数 $f_{r1}$ 及び仮の反共振周波数 $f_{a1}$ で圧電部品のインピーダンスを測定する工程と、  
を備えたことを特徴とする圧電部品のインピーダンス特性測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電部品、特に発振回路や共振回路等に使用される圧電部品のインピーダンス特性測定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、圧電セラミック振動子の共振周波数 $f_r$ 、反共振周波数 $f_a$ 、共振インピーダンス $Z_r$ 及び反共振インピーダンス $Z_a$ を測定する場合は、共振周波数 $f_r$ 及び反共振周波数 $f_a$ を含む周波数領域を一定の周波数ピッチでサンプリングし、それぞれのサンプリングで得られたインピーダンス値を検討して共振周波数 $f_r$ 、反共振周波数 $f_a$ 、共振インピーダンス $Z_r$ 及び反共振インピーダンス $Z_a$ を求めていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の方法にあっては、周波数領域を一定の周波数ピッチでサンプリングするため、測定に長時間を要し、しかも、測

2

定に無駄があった。なぜなら、実際に必要なインピーダンス値は、共振周波数 $f_r$ 及び反共振周波数 $f_a$ 近傍のものだけであり、残りの測定データは殆んど必要としないからである。

【0004】そこで、本発明の目的は、測定の効率化を図ると共に、測定精度を容易にアップさせることができる、圧電部品のインピーダンス特性測定方法を提供することにある。

## 【0005】

- 10 【課題を解決するための手段】以上的目的を達成するため、本発明に係る圧電部品のインピーダンス特性測定方法は、(a) 所定の周波数ピッチ $\Delta f_s$ で圧電部品の位相が $0^\circ$ になる周波数を含む周波数領域をサンプリングし、位相 $0^\circ$ を通過する前のサンプリング周波数 $f_1$ 及びその位相 $\phi_1$ と、位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_2$ およびその位相 $\phi_2$ を測定する工程と、  
(b) 関係式

$$f_3 = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_1 - \phi_2)$$

を用いて周波数 $f_3$ を導出する工程と、(c) 前記周波数 $f_3$ で圧電部品のインピーダンスを測定する工程と、  
を備えたことを特徴とする。

- 【0006】また、本発明に係る圧電部品のインピーダンス特性測定方法は、(d) 圧電部品の共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ の差 $\Delta f$ より若干小さい周波数ピッチ $\Delta f_s$ で、圧電部品の位相が $0^\circ$ になる周波数を含む周波数領域を低周波側から順次サンプリングし、最初に位相 $0^\circ$ を通過する前のサンプリング周波数 $f_1$ 及びその位相 $\phi_1$ と、最初に位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_2$ 及びその位相 $\phi_2$ と、再び位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_3$ 及びその位相 $\phi_3$ と、再び位相 $0^\circ$ を通過した後のサンプリング周波数 $f_4$ 及びその位相 $\phi_4$ を測定する工程と、(e) 仮の共振周波数 $f_{r1}$ と仮の反共振周波数 $f_{a1}$ を、それぞれ関係式

$$f_{r1} = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_2 - \phi_1)$$

$$f_{a1} = f_3 + (\Delta f_s \cdot \phi_3) / (\phi_4 - \phi_1)$$

を用いて導出する工程と、(f) 前記仮の共振周波数 $f_{r1}$ 及び仮の反共振周波数 $f_{a1}$ で圧電部品のインピーダンスを測定する工程と、  
を備えたことを特徴とする。

## 【0007】

- 40 【作用】以上の方は、共振周波数 $f_r$ 及び反共振周波数 $f_a$ での位相がそれぞれ $0^\circ$ になることを利用した方法である。そして、位相 $0^\circ$ の周波数に近づくにつれてより小さい周波数ピッチでサンプリングする。従って、共振周波数 $f_r$ 及び反共振周波数 $f_a$ の近傍であるかどうかに關係なく、不必要な周波数をも一定の周波数ピッチでサンプリングしていた従来の方法と比較して、無駄のない、かつ精度の良い測定が迅速に行なわれる。

## 【0008】

- 【発明の実施の形態】以下、本発明に係る圧電部品のインピーダンス特性測定方法の一実施形態について添付図

面を参照して説明する。図1は、圧電セラミック振動子のインピーダンス曲線1と位相曲線2を示すグラフである。このインピーダンス曲線1と位相曲線2は圧電セラミック振動子の代表値を示すものである。圧電セラミック振動子は、共振周波数  $f_r$  で振動子内に流れる電流は最大になるため、インピーダンスは最小になる。一方、反共振周波数  $f_a$  では振動子内に流れる電流は最小になり、インピーダンスは最大になる。前者を共振インピーダンス  $Z_r$  といい、後者を反共振インピーダンス  $Z_a$  という。また、圧電セラミック振動子は、共振周波数  $f_r$  及び反共振周波数  $f_a$  では位相が  $0^\circ$  になる。

【0009】以上特性（代表値）を有する圧電セラミック振動子の個々の共振周波数  $f_{r1}$ 、反共振周波数  $f_{a1}$ 、共振インピーダンス  $Z_r$  及び反共振インピーダンス  $Z_a$  を求める方法を説明する。まず、圧電セラミック振動子の共振周波数（代表値）  $f_r$  と反共振周波数（代表値）  $f_a$  の差  $\Delta f$  を図1に基づいて導出する。

【0010】次に、図2に示すように、この  $\Delta f$  より若干小さい周波数ピッチ  $\Delta f_s$  で、圧電セラミック振動子の位相特性を低周波側から順次サンプリングする。このときのサンプリング領域は、共振周波数（代表値）  $f_r$  \*

$$f_{r1} = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_2 - \phi_1) \quad \dots \dots (1)$$

$$f_{a1} = f_3 + (\Delta f_s \cdot \phi_3) / (\phi_4 - \phi_3) \quad \dots \dots (2)$$

（ただし、 $f_1 < f_2 < f_3 < f_4$ 、 $\phi_2 > 0 > \phi_1$ 、 $\phi_3 > 0 > \phi_4$ ）

次に、図3に示すように、仮の共振周波数  $f_{r1}$  及び仮の反共振周波数  $f_{a1}$  での圧電セラミック振動子の位相  $\phi_5$ 、 $\phi_6$  を測定する。そして、位相  $\phi_5$ 、 $\phi_6$  が所定の位相公差内であれば、仮の共振周波数  $f_{r1}$  及び仮の反共振周波数  $f_{a1}$  をこの圧電セラミック振動子の共振周波数（測定値）及び反共振周波数（測定値）とすると共に、これらの周波数  $f_{r1}$ 、 $f_{a1}$  でのインピーダンスを測定してそれぞれ共振インピーダンス  $Z_r$  と反共振インピーダンス  $Z_a$  を求める。

【0013】一方、位相  $\phi_5$  又は  $\phi_6$  の少なくともいずれか一方が所定の位相公差外であれば、さらに補間法を利⽤して公差内の位相が得られるまで前記処理を繰り返 \*

$$f_{r2} = f_6 + (\Delta f_s \cdot \phi_8) / (\phi_5 - \phi_6) \quad \dots \dots (3)$$

次に、この仮の共振周波数  $f_{r2}$  での圧電セラミック振動子の位相  $\phi_9$  を測定する。そして、位相  $\phi_9$  が所定の位相公差内であれば、仮の共振周波数  $f_{r2}$  をこの圧電セラミック振動子の共振周波数（測定値）とすると共に、この周波数  $f_{r2}$  でのインピーダンスを測定して共振インピーダンス  $Z_r$  を求める。

【0015】以上的方法によれば、位相  $0^\circ$  の周波数（すなわち、共振周波数及び反共振周波数）に近づくにつれてより小さい周波数ピッチでサンプリングすることになり、共振周波数及び反共振周波数の近傍であるかどうかに関係なく、不必要的周波数をも一定の周波数ピッチでサンプリングしていた従来の方法と比較して、無駄★50

\* と反共振周波数（代表値）  $f_a$  を含んでいる。これによって位相が  $0^\circ$  になる周波数を含む周波数領域をサンプリングすることになる。さらに、サンプリング領域を略  $2\Delta f_s$  とするのが好ましい。サンプリング数が少なくて済み、測定をより迅速に行なうことができるからである。ただし、周波数ピッチ  $\Delta f_s$  はこれに限るものではなく、 $\Delta f$  の  $1/2$  や  $1/3$  等の周波数ピッチで位相特性をサンプリングしてもよい。

【0011】そして、最初に位相  $0^\circ$  を通過する前のサンプリング周波数  $f_1$  とその位相  $\phi_1$  を測定し、最初に位相  $0^\circ$  を通過した後のサンプリング周波数  $f_2$  とその位相  $\phi_2$  を測定し、再び位相  $0^\circ$  を通過する前のサンプリング周波数  $f_3$  とその位相  $\phi_3$  を測定し、再び位相  $0^\circ$  を通過した後のサンプリング周波数  $f_4$  とその位相  $\phi_4$  を測定する。ただし、本実施形態では、測定を迅速に行なうことができるようサンプリング数を減らしているため、サンプリング周波数  $f_2$  と  $f_3$  が同一周波数となり、位相  $\phi_3$  と  $\phi_4$  も同一数値となる。

【0012】次に、補間法という関数近似の方法を利用して、以下の関係式（1）及び（2）から仮の共振周波数  $f_{r1}$  と仮の反共振周波数  $f_{a1}$  をそれぞれ導出する。

$$f_{r1} = f_1 + (\Delta f_s \cdot \phi_1) / (\phi_2 - \phi_1) \quad \dots \dots (1)$$

$$f_{a1} = f_3 + (\Delta f_s \cdot \phi_3) / (\phi_4 - \phi_3) \quad \dots \dots (2)$$

※す。例えば、仮の共振周波数  $f_{r1}$  での位相  $\phi_5$  が所定の位相公差から外れており、かつ、 $\phi_5 > 0$  である場合、図4に示すように、仮の共振周波数  $f_{r1}$  を始点にして、周波数ピッチ  $\Delta f_s$  の  $1/2$  以下の周波数ピッチ  $\Delta f_{s2}$  で圧電セラミック振動子の位相特性を低周波側へ順次サンプリングする。本実施形態では  $\Delta f_{s2} = (\Delta f_s / 2)$  とした。そして、最初に位相  $0^\circ$  を通過する前のサンプリング周波数  $f_5$  とその位相  $\phi_7$  を測定し、最初に位相  $0^\circ$  を通過した後のサンプリング周波数  $f_6$  とその位相  $\phi_8$  を測定する。ただし、本実施例では、サンプリング周波数  $f_5$  が仮の共振周波数  $f_{r1}$  となり、位相  $\phi_5$  と  $\phi_7$  も同一数値となる。

【0014】次に、補間法を利用して、以下の関係式（3）から再び仮の共振周波数  $f_{r2}$  を導出する。

$$f_{r2} = f_6 + (\Delta f_s \cdot \phi_8) / (\phi_5 - \phi_6) \quad \dots \dots (3)$$

★なくかつ精度良くインピーダンス特性の測定を行なうことができる。

【0016】なお、本発明に係る圧電部品のインピーダンス特性測定方法は前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0017】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、位相  $0^\circ$  の周波数、すなわち共振周波数及び反共振周波数に近づくにつれて、より小さい周波数ピッチでサンプリングすることになり、無駄のない、かつ、精度の良い測定を迅速に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧電部品のインピーダンス特性測定方法の一実施形態を説明するための、圧電部品のインピーダンス特性及び位相特性を示すグラフ。

【図2】図1に示した特性を有する圧電部品のインピーダンス特性を測定する方法を説明するためのグラフ。

【図3】図2に続くインピーダンス特性測定方法を説明するためのグラフ。

【図4】図3に続くインピーダンス特性測定方法を説明するためのグラフ。

#### 【符号の説明】

$f_r$ …共振周波数

$f_a$ …反共振周波数

$\Delta f_s$ …周波数ピッチ

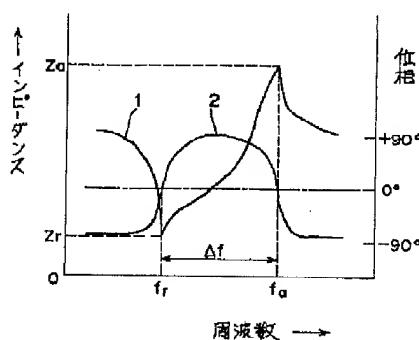
$f_1, f_2, f_3, f_4$ …サンプリング周波数

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$ …位相

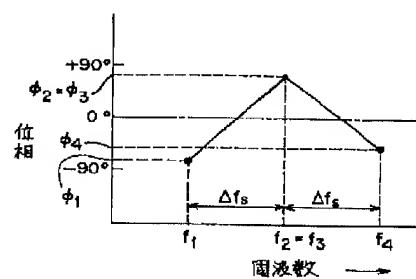
$f_{r1}$ …仮の共振周波数

$f_{a1}$ …仮の反共振周波数

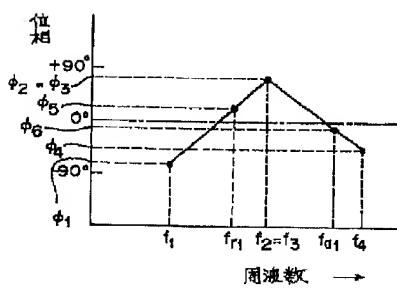
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

